

Notas para la historia de la fenología: La aportación del INM

Juan Antonio de Cara García . Instituto Nacional de Meteorología.

La Fenología

Con el paso de las estaciones se observan en los campos y montes una serie de cambios que tienen relación con la evolución del tiempo atmosférico a lo largo del año, así como con el carácter de éste respecto al clima normal de un territorio. Estos cambios afectan a la morfo-fisiología de plantas y ani-

ma una cierta especie presenta una sensibilidad máxima a un determinado elemento meteorológico. Los datos obtenidos reflejan la cronología de la aparición o comienzo de una determinada fase en un espacio geográfico concreto y se suelen reflejar mediante las **isofenas** o líneas de igual fecha. Estos datos se utilizan como descriptores tanto del clima local como del funcionamiento de los agrobiosistemas y ecosistemas naturales en los que influye.

La fenología es la ciencia que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente acomodados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar. Se trata de una disciplina fenomenológica, es decir fundamentalmente descriptiva y de observación, que requiere método y precisión en el trabajo de campo. Utiliza conocimientos de fisiología, ecología, climatología y meteorología; y tiene aplicaciones sobre todo en agricultura, pero también en ganadería, silvicultura y conservación de la naturaleza. Las obser-

vaciones fenológicas se utilizan para la investigación agrícola o ecológica, la toma de decisiones relacionadas con las labores agrícolas, para los estudios del clima regional, y últimamente se está resaltando su importancia como indicadores de cambio climático. En la observación fenológica con fines climatológicos se deben utilizar especies silvestres en un ambiente natural que además reúnan las siguientes características: facilidad de

identificación, relativa abundancia, amplia distribución y que sean suficientemente conocidas en cuanto a sus requerimientos ambientales. En cualquier caso hay que analizar los datos fenológicos con precaución, ya que el clima no es el único factor que incide en el desarrollo o comportamiento de las especies; también se puede destacar el papel de las características físico-químicas del suelo y su estado de

humedad, la topografía de la zona, las relaciones entre distintas especies y la diversidad genética.

Primeros intentos en Europa para crear redes y normas de observación fenológica

Fuera de Europa, en Japón y en China se han encontrado algunos datos relativos a las floraciones del cerezo y del melo-



Ciencias y técnicas asociadas con la fenología

males silvestres, a la composición de las biocenosis de los ecosistemas y a la evolución de los cultivos; en general, al aspecto del paisaje natural o rural y a gran parte de la actividad humana en el sector agrario.

A los fenómenos biológicos que constituyen cambios observables en un escaso periodo de tiempo se les denomina **fases fenológicas**; éstas son adaptaciones estacionales, típicas de las regiones templadas o frías, y se observan en distintos ciclos, tanto de actividad y letargo en plantas y animales, como en los de desarrollo, especialmente en insectos y plantas; también se aprecian en los hábitos reproductivos de los animales, en sus comportamientos migratorios, o en la muda y crecimiento de pelaje y plumaje. En la vegetación, las **fases** van acompañadas de cambios en la distribución de la producción de masa entre los distintos órganos de la planta; así sucede en la germinación de semillas, brotación de yemas, floración, caída de las hojas, maduración de los frutos, o en el ahijado y espigado de los cereales.

Cada aspecto fisonómico concreto define un estado-tipo y lo más normal es que exista un periodo crítico; éste es un intervalo de tiempo, generalmente de dos o tres semanas antes o después del inicio de una determinada fase, en el cual



Tiempo/clima: factores abióticos

humedad, la topografía de la zona, las relaciones entre distintas especies y la diversidad genética.

cotonero, dispersos desde el siglo XVIII; estas observaciones tenían relación con viejos festivales. En Europa los datos fenológicos más antiguos que se conocen aparecen en el diario meteorológico de Egiok (Reino Unido); aunque las primeras observaciones realizadas con un cierto método son las que empezaron de forma individual Robert Marshan (Inglaterra



El matemático, astrónomo y sociólogo belga Lambert Adolph Jaques Quètelet, pionero en la fenología.

1736), Linneo (Suecia 1748), Coté (Francia 1774), y Haenke (Chequia 1786). Los primeros calendarios florales conocidos son los que publicaron el austriaco Scolopi (1762), referido a la región de Carniola y, posteriormente, los del inglés Stillingfleet (1775), basados en las observaciones realizadas en su residencia de Straton, en Norfolk.

Las primeras redes fenológicas organizadas son las de Rusia (1838) y Bélgica (1842), ésta última fundada por Quetelet con 80 estaciones de observación. Poco después, el botánico de Lieja Ch. Morreu usó en 1850 el nombre de fenología para designar a este tipo de observaciones de la naturaleza.

En 1781, la Sociedad Meteorológica Palatina (Mannheim, Alemania) publica las normas a las que se debe de ajustar la observación fenológica y hasta 1792 recopila los datos de lo que se puede considerar como la primera red fenológica internacional. Para intentar unificar las observaciones de todos los investigadores, en abril del 1853 el director del Observatorio Meteorológico de Viena, Karl von Fritsch, publica "Instructions for observation of the vegetation"; estas instrucciones, que estaban fundadas en las redactadas por Quetelet, las propuso en el Congreso Internacional de Estadística que se reunió en Viena en 1857, con el objeto de crear una red mundial de observatorios fenológicos. La Royal Meteorological Society establece en 1875 una red de observación para la totalidad de las Islas Británicas y en 1948 comienza a publicar resúmenes anuales de las observaciones en "The Phenological Report"; también la Nederlandsche Phaenologische Vereeniging publicaba la revista "Acta Phenologica". Se puede considerar que la normalización a nivel europeo y el establecimiento de un número relativamente abundante de estaciones proceden de la Primera Conferencia Internacional de Fenología, celebrada en Dantzig en 1935, un evento que fué organizado por la Comisión de Meteorología Agrícola de la Organización Meteorológica Internacional (O.M.I.).

En los últimos años se han llevado a cabo diversas iniciativas a nivel europeo para intentar coordinar las distintas redes fenológicas existentes con la creación de la "Red Europea de

Fenología" (European Phenology Network: EPN.), entre cuyos objetivos hay que señalar la estandarización de las observaciones y del esquema de codificación de las mismas. A nivel mundial hay que destacar el papel que desempeña el Grupo de Estudios Fenológicos. Este grupo de trabajo fue creado en el XIII Congreso de la Sociedad Internacional de Biometeorología (Calgary, Canadá, 1993). Entre sus objetivos destaca la pretensión de crear una red mundial de observaciones fenológicas en parques nacionales, reservas de la biosfera y otras zonas protegidas, y de integrar la investigación fenológica en el contexto de los estudios encaminados a la detección y seguimiento del cambio climático mundial.

En la actualidad, en el campo de la fenología hay que destacar al Servicio Meteorológico Alemán (Deutscher Wetterdienst: DWD), por la extensa y completa red que gestiona; y entre los organismos que no son servicios meteorológicos se debe citar al Centre for Ecology & Hydrology of Cambridge, que en 1998 pone en funcionamiento un programa piloto para revitalizar la UK Phenology Network; en el año 2000 se asocian a esa tarea los guardas forestales y en 2005 comienza a colaborar la BBC.

La Fenología en España: el INM

Como respuesta al llamamiento que a todas las naciones dirigieron los profesores Hoffmann e Ihne de la universidad alemana de Giessen, el director del observatorio astronómico de Madrid Miguel Merino, publicó en 1883 unas instrucciones para la observación de 112 especies de plantas. No obstante, las primeras observaciones fenológicas que se conocen en nuestro país, se realizaron en Barcelona, en el observatorio meteorológico que montó a finales de 1893 en la Granja Provincial Experimental, Hermenegildo Gorría Gollán, director de la Granja y de la Escuela de Agricultura de dicha ciudad.

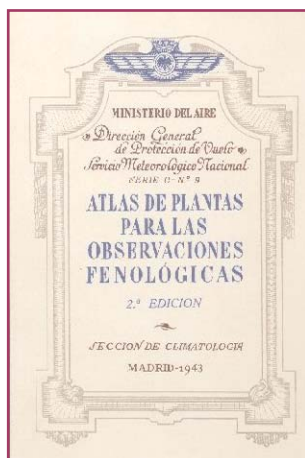


Hermenegildo Gorría Gollán, Eduard Fontserè i Riba y José María Lorente Pérez.

Además, también consiguió organizar en 1895 una red de observadores fenológicos voluntarios en estaciones meteorológicas y agrarias distribuidas por Cataluña y Baleares; aunque dicha red llegó a tener 52 colaboradores, sólo 12 enviaban datos de forma regular; en cualquier caso los datos eran obtenidos sin método y las series carecían de continuidad. Por otra parte, los primeros datos fenológicos que se conocen, relativos a distintos puntos de la red de observación meteorológica española, son los que aparecen en los tomos del Anuario del Observatorio Central Meteorológico correspondientes a los años 1913 a 1916.

En 1932 el Dr. Eduard Fontserè i Riba repartió por Cataluña unas instrucciones de observación fenológica y en 1936 publicó un artículo, en colaboración con María Campmany, titulado: "Primers resultats de conjunt de les observacions fenològiques a Catalunya". Este importante científico, que se había incorporado como director de la Granja en 1896 era catedrático de Geodesia en la universidad de Barcelona desde 1899; en 1921 fundó el Servei Meteorològic de Catalunya, del que fue Director hasta su cierre, el 9 de agosto de 1939.

En el Servicio Meteorológico Nacional, fue José María Lorente Pérez quien impulsó los trabajos de fenología, como parte de la climatología; este meteorólogo publicó en 1934 un artículo titulado "La observación de las plantas en relación con el tiempo, distracción científica"; en él hacía un llamamiento a



Portada y ejemplo de lámina (almendro) del Atlas para las Observaciones Fenológicas de 1943.

los aficionados a la observación de la naturaleza para llegar a confeccionar un mapa fenológico de España; pero fue en agosto de 1942 cuando la Sección de Climatología de la Oficina Central del Servicio Meteorológico Nacional distribuyó unas instrucciones tituladas "Las observaciones fenológicas, indicaciones para su implantación en España", escritas por el meteorólogo José Batista Díaz; en este manual se fundamentaba el interés de la fenología y se realizaba un llamamiento a la colaboración por parte de los observadores de las estaciones meteorológicas, de los organismos dependientes del Ministerio de Agricultura y, en general, de personas que vivieran en contacto con el campo, en beneficio del conocimiento del clima y de las mejoras en agricultura; además se indicaban las bases de este tipo de observaciones y se presentaba una lista de especies de plantas, aves e insectos, elaborada en base a las propuestas de J. Edmund Clark, del Comité Fenológico de la Royal Meteorological Society, y de los Drs. Bos, de Wageningen y Pinkhof, de Amsterdam; también se tuvieron en cuenta especies características de la península Ibérica, para ello se siguieron las indicaciones del Director del Jardín Botánico de Madrid, Arturo Caballero, y del entomólogo del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, Ramón Ajenjo.

De la colaboración entre Lorente y su equipo de climatología: Antonia Roldán, Juan Batista etc., surgió el Calendario Meteoro-Fenológico. El primer ejemplar se repartió a los observadores a finales de diciembre de 1942; en él se insiste en la importancia de la fenología y en la solicitud de colabora-

ción, además de presentarse las normas e instrucciones y la lista de especies que había que observar. Se habían producido algunas modificaciones en la lista de especies respecto del manual de observación. Según esta nueva lista, se publicó en mayo de 1943 una segunda edición del manual, esta vez con láminas en color, realizado por el mismo autor y titulado "Atlas de plantas para observaciones fenológicas".

A la petición de colaboración, respondieron 338 observadores voluntarios relacionados con el mundo rural que enviaron datos en 1943; en 1944 el número ascendió a unos 400 colaboradores. Los primeros mapas fenológicos que se trazaron eran los relativos al año agrícola 1942-43, éstos se presentaban como publicación aparte hasta el calendario de 1947, en éste se publicó el "Mapa de isofenas de la floración del almendro durante los meses de enero-febrero de 1946" y el "Mapa de la caída de la hoja de la vid en otoño de 1945"; desde entonces, y hasta la actualidad, se han publicado regularmente mapas de isofenas en el calendario meteoro-fenológico (denominado calendario meteorológico desde 1983). Las fenofases más utilizadas en estos mapas son las de la floración del almendro y del melocotonero, la caída de la hoja de la vid y la llegada de la golondrina. A veces se han realizado mapas de emigración de la golondrina; llegada de la cigüeña y el vencejo; floración del manzano, la higuera y el peral; caída de la hoja del nogal y del chopo; primer canto del cuco; o primer vuelo de la mariposa de la col y de la abeja.

A finales de los años cincuenta ya se disponía de una serie importante de datos y por ello se pudo realizar una mapa de **isokarias** de la floración del almendro (líneas de igual anomalía respecto a la media, es decir, líneas que miden el adelanto o retraso de las fases en una año respecto a lo normal); este mapa se realizó con los datos del periodo 1943-59, pertenecientes a 79 observatorios y se publicó en el Calendario Meteoro-Fenológico de 1960.

En 1953 se encargó a Lorente organizar y poner en marcha la Sección de Meteorología Agrícola; ésta se creó el 16 de marzo de 1954 y se nombró como jefe de sección al propio Lorente. La misión era la de coordinar al Servicio Meteorológico Nacional con varias dependencias del Ministerio de Agricultura; para ello se disponía de una estación principal y doce regionales, atendidas por meteorólogos que estaban apoyados por ingenieros agrónomos.



Lorenzo García de Pedraza

Un gran impulsor de la meteorología agrícola en general y de la fenología en particular ha sido Lorenzo García de Pedraza. Nació en 1923, se licenció en Ciencias Exactas por la Universidad de Madrid, ingresó en el Cuerpo de Meteorólogos en 1948, estuvo destinado en Zaragoza y en el Centro de Análisis y Previsión de la Ciudad Universitaria, además fue

socio fundador de la Asociación Meteorológica Española. Siempre ha mostrado un gran interés por las aplicaciones meteorológicas a la agronomía y a la hidrología. En los años 1965 y 1967 organizó la participación del Servicio Meteorológico Nacional en la Feria del Campo de Madrid. Ocupó el puesto de Jefe de la Sección de Meteorología Agrícola desde 1972 hasta 1984; además fue miembro de la Comisión Técnica Internacional de Meteorología Agraria y Fenología de la OMM desde 1975 hasta 1983. Permaneció después vinculado a la sección, como Director de Programa de Climatología hasta 1988, año en el que se jubila. Hay que señalar de la época de García de Pedraza, que a partir de 1978 la Sección de Meteorología Agrícola englobó como Negociado al antiguo Departamento de Fenología (fundado en 1942 en la Oficina Central). Con García de Pedraza colaboraron en el estudio de la agrometeorología García San Juan, Blanco, I. Martínez Molina, L. Ruíz Beltrán y, más concretamente en los temas de fenología, él mismo recuerda como colaboradoras destacadas en el desarrollo de la fenología a: "la Administrativa-Calculadora Leonor Palacios Muñoz, por su gran dedicación y veteranía en la creación y manejo de archivos, y a la bióloga María A. Pallarés Querol que trabajó con gran conocimiento en la descripción de plantas y aves, así como en la confección de mapas fenológicos".

Maria Pallarés ha trabajado en la sección desde 1981 hasta 1998 y se ha ocupado de la fenología y otros temas relacionados con la bioclimatología y agrometeorología; coautora de diversas publicaciones realizadas por la Sección de Meteorología Agrícola y Fenología. En 1983 el INM publicó dos libros con los trabajos realizados por la Sección titulados: "Fenología de aves para España (con tablas de datos y mapas para la llegada y emigración de la cigüeña blanca y la golondrina, y los primeros cantos de ruiseñor y cuco)" y "Algunas fases fenológicas de almendro, vid, abeja y mariposa blanca de la col, en España".

En 1988, siendo jefa de Sección de Meteorología Agrícola y Fenología M^a. del Milagro García-Pertierra, se organizó en el INM un seminario de fenología en el que participaron, además de personal del INM, distintos especialistas de otros organismos con otros puntos de vista, como el biólogo de la Sociedad Española de Ornitología, Dr. J.L. Tellería, o el ingeniero de montes, Dr. Antonio López Lillo. En estas reuniones se acordó modificar la lista de especies a observar, por ello se añadieron algunas plantas significativas del ambiente mediterráneo, además se eliminaron otras especies poco representativas en España y se aumentó el número de especies de aves tanto estivales como invernantes. En cualquier caso, se trató de respetar las especies que los colaboradores observaban con mayor asiduidad, así como otras interesantes por ser de obser-

vación común en otros países europeos. Con los nuevos indicadores fenológicos se elaboraron nuevos documentos para facilitar la observación por parte de los colaboradores; el Instituto publicó las "Normas e instrucciones para las observaciones fenológicas" (I.N.M. 1989), y el "Atlas de plantas y aves para las observaciones fenológicas" (I.N.M. 1991). En 1996, siendo jefe de sección José del Hoyo García, se realizó el "Atlas de aves y plantas de las Islas Canarias" (I.N.M.).

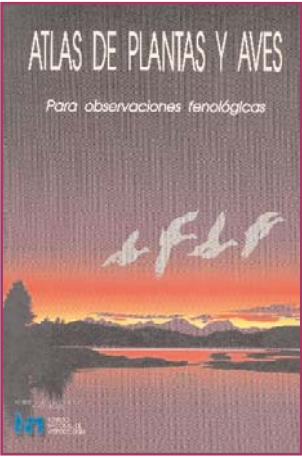
En el presente, la fenología sigue siendo una actividad que forma parte de las tareas de la Sección de Meteorología Agrícola e Hidrológica (cuyo jefe es Julio Eduardo González Alonso), la cual a su vez es parte del Servicio de Aplicaciones

Meteorológicas, dirigido por Antonio Mestre Barceló desde 1992 hasta la actualidad. El Servicio participa en un nuevo intento de conseguir una red de observación fenológica europea, con criterios unificados en cuanto a especies, fases y técnicas de observación (COST 725 : "Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications"); además, con nuestros mejores datos, se ha colaborado en un trabajo a nivel europeo dirigido por la bioclimatóloga forestal alemana Annette Menzel

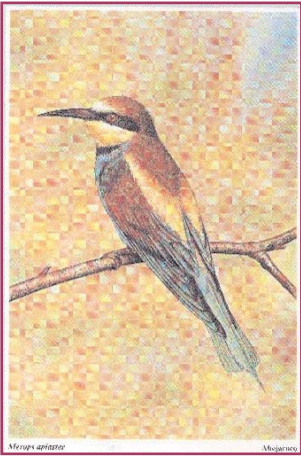
("European phenological response to climate change matches the warning pattern ", Global Change Biology 2006, 12, 1969-1976).

Las observaciones fenológicas han sido realizadas siempre por colaboradores voluntarios, gentes relacionadas con el campo y la actividad agraria en general. En los primeros años la respuesta a la colaboración fue muy buena, pero desde la década de los años sesenta, el número de colaboradores empezó a disminuir; en 1960 había algo más de 400, pero a partir de aproximadamente 1970 las bajas de estos observadores voluntarios comenzaron a ser superiores a las altas, con lo que el número de zonas de observación fue descendiendo; así en 1990 no se llegó a los 190 observatorios y en la actualidad se reciben datos de aproximadamente 100 localidades. Los colaboradores voluntarios desde sus orígenes dependieron de la Sección de Climatología de los Servicios Centrales en Madrid, pero en septiembre de 1968, estos observadores voluntarios pasaron a depender de los distintos Centros Meteorológicos Territoriales, situación que se mantiene en la actualidad.

Hay que mencionar especialmente al responsable de las observaciones en el pueblo catalán de Cardedeu, situado unos treinta kilómetros al norte de Barcelona, Pere Comas; este erudito maestro tomó datos puntualmente durante 50 años, desde 1952 hasta su muerte, y se puede considerar que las series de datos fenológicos de esta localidad son una de las mejores del mundo por calidad y cantidad. A los 80 años de edad pasó sus cuadernos de campo a biólogos y naturalistas de la comarca del Vallés Oriental y la región del Montseny que,



Portada y ejemplo de lámina (abejaruco) del Atlas de 1991.



al realizar estudios con sus datos, han encontrado tendencias en la respuesta fenológica al cambio climático; por ello este colaborador fenológico voluntario ha publicado junto a científicos en importantes revistas como: *Global Change Biology* ("Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region" Josep Peñuelas, Iolanda Filella and Pere Comas, June 2002 Volume 8 Page 531) o *New Phytologist* ("Complex spatiotemporal phenological shifts as a response to rainfall changes" Josep Peñuelas, Iolanda Filella, Xiaoyang Zhang, Laura Llorens, Romà Ogaya, Francisco Lloret, Pere Comas, Marc Estiarte and Jaume Terradas, March 2004).

En la red fenológica del INM se observan en la actualidad 87 especies diferentes, aunque se dispone de datos históricos de hasta 119 especies. Se consideran 15 especies de frutales, 14 de otros tipos de plantas cultivadas, 34 de árboles y arbustos (se incluyen algunos ornamentales), 10 especies de aves estivales, 8 de invernantes y 2 especies de insectos. Algunas de las fenofases descritas son: llegada o primer canto, y emigración de aves; primera vez que se observan los insectos; brotación, floración, foliación, cambio de color y caída de las hojas en árboles y arbustos (silvestres o cultivados); primer nudo de ahijamiento, primer nudo de tallo, zurrón, espigado, maduración, etc., en los cereales. Si entendemos por dato, una fecha de observación de una fase en una especie y lugar, la Base Fenológica del INM dispone de unos 400.000 datos, de los que unos 117.000 están archivados en soporte informático y el resto en papel. Las especies mejor representadas por el número de datos son: peral, patata, melocotonero, golondrina común, nogal, vid y almendro.

Para ser colaborador de esta red de observación basta con ponerse en contacto con los Centros Meteorológicos Territoriales del INM repartidos por las distintas Comunidades Autónomas y en estas dependencias del Instituto se dará de alta al observador y observatorio, además se le facilitarán los manuales y fichas necesarios para anotar y enviar los datos. La procedencia de los colaboradores voluntarios es muy diversa, aunque casi siempre se trata de personas con alguna vinculación con el mundo rural: agricultores, guardas forestales, naturalistas, observadores meteorológicos aficionados, profesores o maestros, médicos, monjes, etc. Respecto a los usuarios, los datos han sido solicitados en diversas ocasiones por profesores universitarios, estudiantes, investigadores y empresas agrícolas.

Los principales problemas que se aprecian en los datos fenológicos en España son relativos a los sesgos que se detectan en las series de datos en cuanto a especies, fechas y geografía; la inexistencia de procedimientos de relleno de lagunas; la falta de mecanismos adecuados de contacto y formación de los colaboradores; y la falta de unificación entre las distintas redes de observación, tanto nacionales como internacionales. En cualquier caso, los datos fenológicos son de

gran importancia para entender los procesos de interacción entre la atmósfera y la biosfera, sobre todo de cara a las aplicaciones agrarias y como complemento en los estudios de cambio climático. Hay que resaltar la importancia biogeográfica de España; la influencia sobre la península Ibérica de masas de aire con características atlánticas, mediterráneas, norteafricanas o centroeuropeas, en interacción con una compleja topografía origina una gran variedad de climas regionales que se manifiesta mediante una gran diversidad de ecosistemas y paisajes ibéricos; por otra parte, también hay que

RED FENOLOGICA ESPAÑOLA (2002)



tener en cuenta los climas y paisajes subtropicales de las Islas Canarias. En España se distinguen zonas que pertenecen a las regiones biogeográficas Eurosiberiana, Mediterránea y Macaronésica (Islas Canarias), además hay muchos endemismos y abundantes especies que presentan en la península Ibérica sus límites de distribución: meridional, occidental o, en menos casos, septentrional. Tanto la península Ibérica, como España son escenarios muy adecuados para los estudios de fenología, como se aprecia al analizar los mapas de las clasificaciones climáticas (I. Font 1983), biogeográfica (S. Rivas Martínez 1987) y fitoclimáticas (J.L. Allué 1966).

Bibliografía

- L. García de Pedraza y J.M. Jiménez de la Cuadra**, Notas para la Historia de la Meteorología en España. INM. 1985
- José Batista Díaz**, Las observaciones fenológicas indicaciones para su implantación en España. SMN. 1942.

Agradecimientos a José Luis García Merayo, Antonio Mestre Barceló, Carmen León Morente, Juan Sánchez Jiménez, Pilar García Vega, Milagros García-Pertierra Marín, y especialmente a Lorenzo García de Pedraza.